RESEARCH FILE
June 1999 Volume 3, No. 3

The Impact of Collaborative Research on Scientific Production

by Benoît Godin, Institut national de la recherche scientifique,
and Yves Gingras, Université du Québec à Montréal
Observatoire des sciences et des technologies (CIRST)

Introduction

Over the past 15 years, we have witnessed, according to some analysts, a trend toward greater heterogeneity in scientific research and growing collaboration of university researchers with partners outside the university sector. This is one of the five characteristics that, according to Gibbons et al. (1994), defines today's new modes of knowledge production. Primed by recent science policies, governments urge researchers to increase the relevance of their work. To this end, governments actively promote through diverse policy mechanisms greater collaboration and exchange among universities, businesses and governments.

The rapid growth of collaboration between universities and the business sector has raised many questions among academics concerned that the more applied nature of the knowledge produced by such partnerships could be at

Highlights

- Total scientific production of university researchers increased by 80% over the fifteen-year period between 1980 and 1995. By comparison, scientific production that grew out of inter-sectoral collaborations increased by 155%, its share rising from 15% to 21%. The rate of growth of inter-sectoral collaboration is subsiding, however, from 50% in the early 1980s to 27% in the early half of the 1990s.
- In the health fields, university researchers tend to pair up with hospital researchers, while the federal laboratories are the main partners of researchers in fields such as biology, space and earth sciences, physics and chemistry. Engineering researchers collaborate principally with private sector firms.
- Almost one-third (30.4%) of scientific production of universities is produced in collaboration with foreign partners, up from 16% in 1980. This frequency of international collaboration is twice the level found at the world level.
- Since the 1980s, Canadian university researchers reduced their reliance on American colleagues as collaborators. However, this diversification did not result in more frequent collaboration with European researchers, with the exception of Germany. Rather, Canadian researchers turned to Asia, notably Japan, and to smaller industrialized countries such as the Netherlands in their search for partners.
- Collaborative research does not appear to have a negative impact on the production of researchers. The most productive are also those who partner with researchers in other sectors. Inter-sectoral collaboration does tend to be more applied than that which is undertaken solely with university colleagues. Moreover, inter-sectoral partnerships do tend to affect slightly the level of international collaboration of university researchers.
- Contrary to widespread expectations, the average impact of inter-sectoral collaborative research is not significantly different from that of university research. Hence, collaborative research is not incompatible with quality.

Association of Universities and Colleges of Canada
Association des universités et collèges du Canada

the expense of more fundamental research, the traditional objective of university research.

Few studies, however, have sought to measure the effect of collaboration on university research. The few studies available paint a more nuanced picture: researchers active in collaboration do not necessarily participate in such activity at the expense of more academic pursuits (Blumenthal, 1996; Godin, 1998). The object of this report is to assess the extent to which collaborative research influences the nature of scientific production and the level of international scientific collaboration. More specifically, we seek to answer the following questions: does collaborative research, because of the demands it imposes on the limited time and resources of researchers, lead to a reduction in the number both of scientific publications in general and of publications arising from international collaboration? Are university publications written with industries or government laboratories more applied than those written only with university researchers? Is there a difference in the average impact factor of publications written in collaboration with non-university researchers?

Before answering these questions, we will briefly present the database and the methodology used in this report.

Database and Methodology

The data used in this study were compiled from the Canadian bibliometric database produced by the Observatoire des sciences et des technologies (OST) with funding from Statistics Canada (Godin, Gingras, Davignon, 1998). The database consitst of publications by Canadian researchers indexed in the *Science Citation Index* (SCI). The period covered by the database runs from 1980 to 1997. For our purposes, the analysis was restricted to the years 1980, 1985, 1990 and 1995. In each year, Canadian publications were analyzed according to whether they were produced in domestic or international collaboration.

Each publication was coded according to the discipline of the journal in which it appeared using CHI classification. Scientific production was measured in 108 specialties, grouped into eight disciplinary sets: biomedical research, clinical medicine, biology, chemistry, earth and space sciences, engineering, physics, and mathematics.

Each address included in a publication was attributed to one of the following five sectors: universities, business firms, government laboratories (provincial and federal), hospitals, and colleges. Publications written by at least one university author together with at least one author from one of the other sectors are referred to as inter-sectoral publications.

Following standard bibliometric techniques, publications are counted on the basis of addresses and not authors (the SCI does not allow the assignment of a specific address to a particular author). Thus, a publication in which there are two university researchers from the same institution, one industrial researcher, and two government researchers from two different federal institutions is treated as follows: the university institution is assigned one publication, the industrial institution is assigned one as well, and the two federal institutions are assigned one publication each.

Results

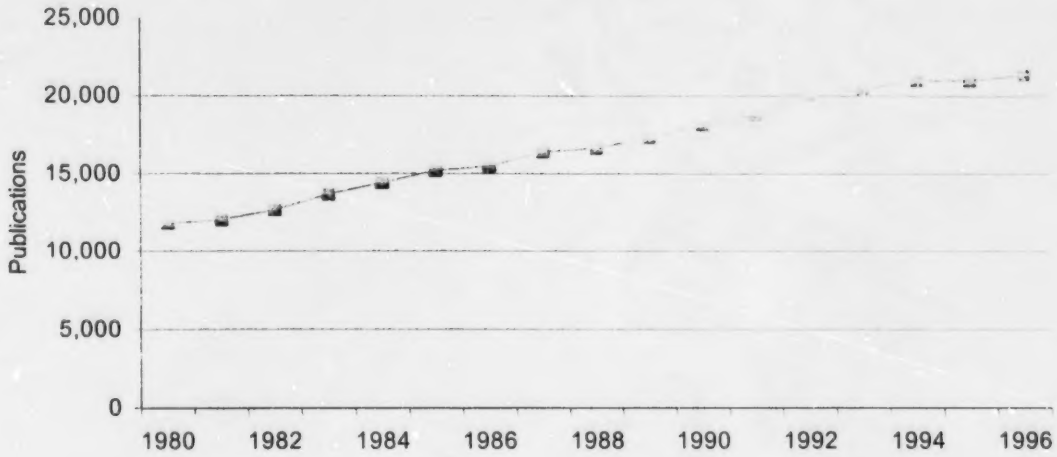
University production[1]

Publications from the university sector, that is, publications that include at least one university address, represented 82.8% of all Canadian publications in 1996 (Table 1). This share represented 75.0% in 1980. Far

Table 1: University Publications

Year	Number	% of total output
1980	11,838	75.0%
1985	15,218	76.7%
1990	18,153	79.7%
1995	21,008	81.9%
1996	21,336	82.8%

Figure 1: Scientific Production in Canadian Universities



from having decreased, university production has thus never ceased to grow in absolute and relative terms, going from 11,838 publications in 1980 to 21,336 publications in 1996 (Figure 1).

The other sectors are present in the following proportions[2]: hospitals (12.9%), federal laboratories (12.4%), business firms (3.4%), and provincial governments (2.5%).

During the period under consideration, university publications grew by 80.2%. There were, however, some fluctuations in this growth rate over time. It dropped from 21.9% in 1980-1984, to 15.3% in 1984-1988, climbed to 20.6% in 1988-1992, and dropped again to 6.1% between 1992-1996.

Over the same period, the growth in university scientific production is surpassed only by two other sectors: provincial governments, which increased their scientific output by 131.2%, and business firms which grew by 106.6%. Lagging slightly behind universities, hospitals and federal laboratories grew by 75.1% and 30.3%, respectively.

Inter-sectoral collaboration

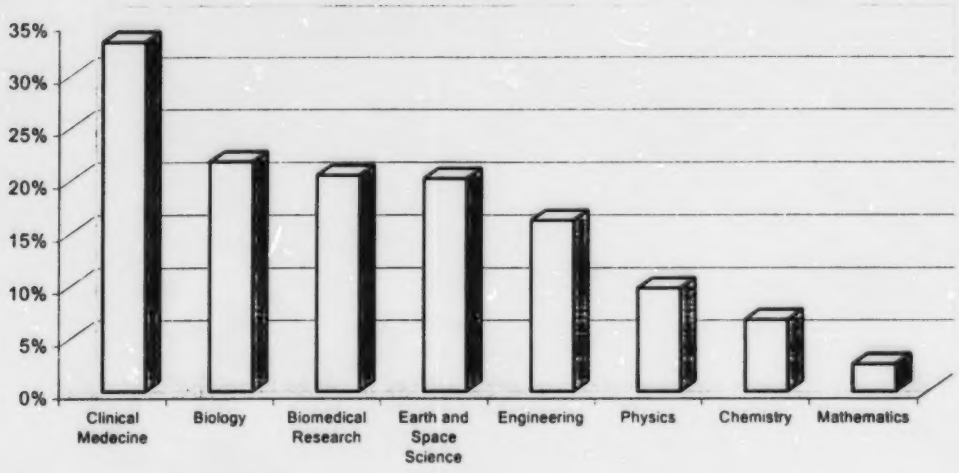
In 1995, 21% of university publications were the result of collaboration with other sectors (Table 2). In 1980, they represented 14.6%[3]. During the period under study, the proportion of inter-sectoral collaboration grew by 155.2%, from 1,732 to 4,420 publications. But, like the trend of university publications, the growth of collaborative publications fluctuated and, in this case, dwindled over the fifteen-year period. The rate of growth went from 50% between 1980-1985, to 34.3% in 1986-1990, and to 26.6% in 1991-1995.

Inter-sectoral collaboration is unequally distributed among the disciplines (Figure 2). The greatest growth in inter-sectoral

Table 2: University Publications Written in Collaboration With Other Sectors

Year	Number	%
1980	1,732	14.6%
1985	2,598	17.1%
1990	3,490	19.2%
1995	4,420	21.0%

Figure 2: Intersectoral Collaboration by Discipline (1995)



collaboration between 1980 and 1995 is in earth and space sciences (302.4%) and physics (301.8%), followed by biomedical research (281.4%), engineering (218.8%), chemistry (142.9%), biology (141.0%), clinical medicine (103.0%), and mathematics (75.0%).

Clinical medicine is the most active, with 33.2% of its publications produced collaboratively in 1995. This, of course, is due to the strong links between universities and affiliated hospitals. This strong interaction between hospitals and university also explains the fact that nearly half (46.4%) of all inter-sectoral collaboration in 1995 originates from the field of clinical medicine. It is followed by biology (21.8%), biomedical research (20.5%), earth and space sciences (20.2%), engineering (16.2%), physics (9.8%), chemistry (6.8%), and mathematics (2.6%). Clinical medicine and biomedical researchers tend to pair up mainly with hospitals; researcher in biology, earth and space sciences, physics and chemistry with federal laboratories; and engineering with business firms.

Not surprisingly, the principal partner of university researchers was, in 1995, the hospital sector (Figure 3). The latter represents 45.2% of the inter-sectoral collaboration of universities. Hospitals are followed by federal laboratories (23.3%), business firms (10.6%), provincial governments (9.2%), and various other partners (9.0%).

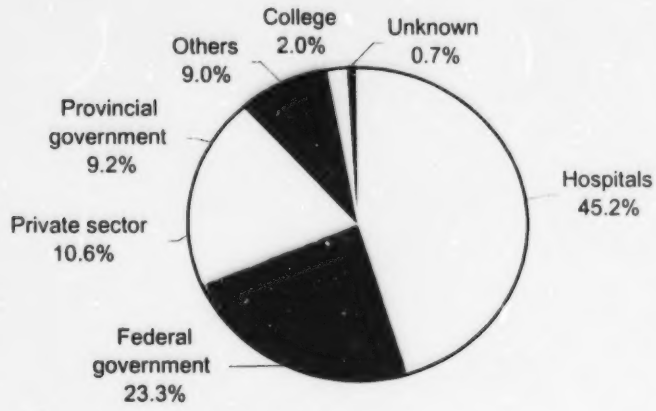
International collaborations

In 1995, 30.4% of university publications were produced with foreign partners (Table 3). In 1980, the level of international collaboration was only half as high, at 16.0%. This percentage is twice the one found at the world level. In fact, small countries are known to collaborate more than bigger ones (Gingras, Godin, and Foisy, 1999).

As compared to inter-sectoral papers, these publications have seen a higher rate of growth. Over the period 1980-1995, publications written through international collaboration grew by 237.2%. It is also this type of publication that had the most stable growth rate over the fifteen-year period, going from 52.7% (1980-1985), to 53.7% (1986-1990), and to 43.7% (1991-1995).

The relationship between Canadian researchers and their collaborators in foreign countries has changed over the course of the period studied. The United States represented 48.7% of Canadian international collaboration in 1980, compared to 38.0% in 1995. The space left by the U.S. has not been filled, however, by other large European countries. Collaboration with the United Kingdom dropped from 11.0% to 7.4% while collaboration with France stayed at 7.2%. Only Germany grew from 3.7% to 5.5%. Asian countries, notably Japan (which grew from

Figure 3: University Collaboration by Sector (1995)



2.5% to 4.8%), and small countries, like the Netherlands, have taken up the room left by the decline of U.S. collaboration with Canada.

To sum up, university production has increased over the last fifteen years. Collaboration has also increased, particularly international collaboration which has increased more than inter-sectoral collaboration.

Highly productive researchers

In order to check if collaborative research has a negative influence on the production of researchers, we have drawn up two samples. The first one is composed of the 37 university researchers[4] who publish the most frequently with other sectors. In 1995, these researchers produced 43.0% of their publications in collaboration with non-university partners, thus twice the national average. Their share was 25.9% in 1980. The average number of publications per researcher was 3.7 articles in 1980 compared to 7.1 in 1995. International collaboration also grew from 13.6% of publications in 1980 to 30.0% in 1995, in step, therefore, with the national trend.

The second sample is composed of the 100 most productive Canadian researchers. In this sample, interestingly, nearly half of the researchers (49) collaborate with industry. In 1995, 4.7% of their publications involved an industrial partner (as compared to fewer than 1% in 1980). Moreover, this sub-group publishes more than those researchers who do not collaborate. In 1995, they produced 682 papers, compared to 593 for the latter group. Over the period 1980-1995, their production increased 101.2% while the rate of growth for those who do not collaborate was 81.3%. Finally, the rate of international collaboration is

Table 3: University Publications Written in International Collaboration

Year	Number	%
1980	1,895	16.0%
1985	2,893	19.0%
1990	4,447	24.5%
1995	6,390	30.4%

Table 4: Degree of Application of University Research (1995)

National publications*	**3.0**
with non-university partners	2.7
without non-university partners	3.1
International publications**	**3.2**
with non-university partners	2.8
without non-university partners	3.3

* Publications including only Canadian authors

** Publications including at least one foreign author

32.1% for those who collaborate with industry, compared to 37.6% for those who do not have such collaboration.

These data suggest that 1) the most productive scientists are also those who tend to form partnerships with other sectors; and 2) this tendency only slightly affects their level of international collaboration.

classified by experts according to the degree to which they contain applied or basic research results. The scale runs from 1 (very applied) to 4 (very fundamental).

Table 4 clearly shows that research involving intersectoral collaboration is more applied than research undertaken solely among university researchers, and this conclusion applies to all disciplines.

One should also note that the average level of application is not significantly different for national and international publications. Though this should not come as a surprise, these data thus confirm the hypothesis that university work done in inter-sectoral collaboration tends to be more applied.

To test the statement concerning the impact of inter-sectoral publications, we used the journal impact factor calculated by the Institute for Scientific Information. The impact factor is defined as the average number of citations received in a given year (in this case 1995) by articles published by a specific journal during the preceding two years. Every article is assigned the impact factor of the journal in which it is published. Table 5 shows that, contrary to expectations, the average impact of inter-sectoral collaborative research is not significantly different from that of university research. This means that papers originating from a collaboration between a university

The impact of collaboration on university research

Among the criticisms often raised against collaboration of university researchers with industry and government laboratories is that such partnerships tends to favour more applied research and that it has less scientific impact.

In order to test these assumptions, we have used the classification scheme for determining the degree of application of science journals constructed by CHI Inc., which produces statistics for the National Science Foundation. Journals are

Table 5: Average Impact Factor of University Research (1995)

National publications*	**2.2**
with non-university partners	2.3
without non-university partners	2.1
International publications**	**2.8**
with non-university partners	3.6
without non-university partners	2.6

* Publications including only Canadian authors

** Publications including at least one foreign author

researchers and collegues from other sectors do not end up in less visible journals than a paper done only by university researchers. Moreover, inter-sectoral collaborative research involving foreign partners has a significantly greater impact (3.6) than all forms of national publications (2.2) and that which is conducted with foreign academic colleagues (2.6).

What is the impact of university-industry collaboration? The average impact factor is much lower than strictly university papers: 1.4 versus 2.4. But this is due mainly to the fact that more than a third of the papers (in 1995) came from a discipline with a small impact factor, that is engineering. If we look specifically at the impact factor of engineering papers written in collaboration with industry, it is almost equal to university papers in that field (0.6 compared to 0.7 respectively).

Conclusion

Comments concerning the effect of collaboration on university research are mostly inspired by current trends in R&D financing. R&D funding has, in fact, become more diversified: the relative share of industrial funding has increased steadily, at the expense of public funding, which has declined from 40.9% to 34.5% between 1986 and 1995 in OECD countries. An increase in the number of university researchers involved in inter-sectoral collaboration has also been observed: it is estimated that two-thirds of the most active researchers are currently engaged in such collaborative work (Godin, 1998).

Still, up to the present, this phenomena does not seem to have had any major deleterious effects on the scientific output (number of papers) and impact of Canadian researchers. For instance, the scientific production of universities rose 77.5% between 1980 and 1995[5]. At the heart of this activity, collaboration with partners increased by 155.2%, representing 21% of current publications, while collaboration with foreign countries jumped by 237.2%, representing 30.4% of current publications.

All of these data suggest that university research done in collaboration with industry, hospitals or government laboratories is not incompatible with quality. More generally, recent work has shown that no hard-and-fast dichotomy exists between researchers who conduct strictly applied or collaborative research (or re-orient their activities toward this type of research), and others who conduct only basic research. As could be expected, it is generally the same researchers who engage in both types of research activity. Secondly, researchers take part in collaborative research because of the advantages they can get, such as access to new areas of research, instruments, unpublished data or additional sources of funding (Meyer-Kramer and Schmoch, 1998: 841-842; Bataini, Martineau, and Trépanier, 1997).

In summary, the belief that collaborative research is detrimental to academic research does not seem grounded. One must, of course, continue to monitor the situation to see if it will change in the future.

References

Bataini, S.-H., Y. Martineau et M. Trépanier (1997), *Le secteur biopharmaceutique québécois et les investissements directs étrangers : dynamique et impacts des activités de R-D* , étude réalisée pour le Conseil de la science et de la technologie du Québec, 1997.

Blumenthal, D., *et al.* (1996), Participation of Life-Science Faculty in Research Relationships With Industry, *The New England Journal of Medicine*, 335 (23) : 1734-1739.

Gibbons, M., et al. (1994), *The New Production of Knowledge*, London : Sage.

Gingras, Y., B. Godin, et M. Foisy (1999), The Internationalization of University Research in Canada, in J.-P. Lemaçon et al., *The Internationalization of Canadian Universities*, Ottawa: AUCC and IDRC.

Godin, B. (1998), Writing Performative History : The New *New Atlantis*, *Social Studies of Science*, 28 (3) : 465-483.

Godin, B., et Y. Gingras (1999), The Place of Universities in the System of Knowledge Production, *Research Policy*, forthcoming.

Godin, B., Y. Gingras, et L. Davignon (1998), *Les flux de connaissances au Canada tels que mesurés par la bibliométrie*, Ottawa : Statistique Canada.

Meyer-Kramer, F., et U. Schmoch (1998), Science-Based Technologies : University-Industry Interactions in Four Fields, *Research Policy*, 27 : 835-851.

Endnotes

1 This section uses data for 1996 (the last complete year available), rather than those for 1995 as in the other sections, so as to render a more up-to-date picture of scientific production.

2 The figures are not mutually exclusive, the same publication may include the presence of more than one sector.

3 If we include the hospital sector in the university sector (given the fact that the majority of hospitals are university hospitals), the figures vary little. Collaborative production goes from 11.8% in 1980 to 18.1% in 1995 rather than from 14.6% to 21%.

4 The initial sample included 50 researchers. Upon verification, 13 of them proved not to be university researchers.

5 During the same period, publications in the world as a whole grew by 44.2%. Fluctuations and downswings match those observed in Canada: 13.7% (1980-84), 5.6% (1984-1988), 10.8% (1988-1992), 8.2% (1992-1995).

DOSSIER DE RECHERCHE
Juillet 1999 Volume 3, No. 3

L'impact de la recherche en partenariat sur la production scientifique

par Benoît Godin, Institut national de la recherche scientifique,
et Yves Gingras, Université du Québec à Montréal, Observatoire des sciences et des technologies (CIRST)

Introduction

Depuis 15 ans, nous assistons selon certains analystes à une hétérogénéisation de la recherche scientifique et à une collaboration accrue des chercheurs universitaires avec des partenaires extra-universitaires. C'est là une des cinq caractéristiques qui, selon Gibbons et al. (1994), définit les nouveaux modes de production du savoir. Aiguillonnés par de récentes politiques scientifiques, les gouvernements enjoignent les chercheurs à faire des travaux plus pertinents. À cette fin, ils font une promotion active, par divers moyens, de la collaboration et de l'échange entre les universités, les entreprises et les gouvernements.

Or, la croissance rapide de la collaboration entre les universités et le secteur des entreprises a soulevé beaucoup de questions parmi les universitaires, qui craignent que la recherche à caractère plus appliqué de ces partenariats ne se fasse aux dépens de la recherche fondamentale, objectif traditionnel de la recherche universitaire.

Points saillants

- La production scientifique totale des chercheurs universitaires a augmenté de 80% durant les quinze années entre 1980 et 1995. En comparaison, la production scientifique issue de la collaboration intersectorielle a augmenté de 155 % et sa proportion est passée de 15 % à 21 %. D'autre part, la croissance de la collaboration intersectorielle ralentit, de 50 % qu'elle était au début des années 1980 à 27 % pendant la première moitié des années 1990.
- Dans les domaines de la santé, les chercheurs universitaires ont tendance à faire équipe avec des chercheurs issues du secteur hospitalier tandis que les laboratoires fédéraux sont les principaux partenaires des chercheurs en biologie, sciences de l'espace et de la terre, physique et chimie par exemple. Les chercheurs en génie collaborent surtout avec des partenaires du secteur des entreprises..
- Près du tiers (30, 4 %) de la production scientifique des universités est réalisé avec des partenaires étrangers, comparativement à 16 % en 1980. Ce taux est le double du taux mondial.
- Depuis les années 1980, nos chercheurs universitaires s'allient de moins en moins avec des partenaires américains. Mais ce changement n'a pas augmenté la collaboration avec des chercheurs européens, à l'exception des Allemands. Nos chercheurs se sont tournés plutôt vers l'Asie, surtout le Japon, et vers de petits pays industrialisés comme les Pays-Bas pour trouver des partenaires.
- La recherche en partenariat ne semble pas avoir eu d'effet négatif sur ıa production des chercheurs. Les plus productifs sont ceux qui collaborent avec des chercheurs d'autres secteurs. La collaboration intersectorielle donne plus de recherche appliquée que les travaux avec des collègues universitaires. De plus, le partenariat intersectoriel tend à affecter légèrement le degré de collaboration internationale des chercheurs universitaires.
- Contrairement à des perceptions largement répandues, l'impact moyen de la recherche effectuée en collaboration intersectorielle n'est pas sensiblement différent de celui de la recherche strictement universitaire. Par conséquent, la recherche en collaboration n'est pas incompatible avec la qualité.

Association of Universities and Colleges of Canada
Association des universités et collèges du Canada

Cependant, peu d'études ont mesuré l'effet de la collaboration sur la recherche universitaire. Les rares analyses dont nous disposons en donnent une image plus nuancée : les chercheurs actifs en collaboration ne négligent pas nécessairement leurs travaux plus académiques (Blumenthal, 1996; Godin, 1998). Le présent rapport a pour fin d'évaluer la mesure dans laquelle la recherche en partenariat influence la nature de la production scientifique et le niveau de collaboration internationale. Nous cherchons plus précisément à répondre aux questions suivantes : étant donné les contraintes qu'elle impose sur le temps et les ressources limitées des chercheurs, la recherche en partenariat provoque-t-elle une réduction du nombre de publications scientifiques en général et de publications issues de collaborations internationales? Les publications universitaires rédigées avec des collaborateurs du secteur privé ou issus des laboratoires gouvernementaux ont-elles un caractère plus appliqué que celles rédigées uniquement par des chercheurs universitaires? Y-a-t-il une différence dans le facteur d'impact moyen des publications écrites en collaboration avec des chercheurs non-universitaires?

Avant de répondre à ces questions, nous présenterons brièvement la banque de données et la méthodologie que nous avons utilisées.

Banque de données et méthodologie

Les données utilisées pour notre étude ont été tirées de la banque de données canadienne bibliométriques produite par l'Observatoire des sciences et des technologies (OST) avec l'aide financière de Statistique Canada (Godin, Gingras, Davignon, 1998). Elles comprennent des publications de chercheurs canadiens répertoriées dans le *Science Citation Index* (SCI). La banque de données couvre la période de 1980 à 1997. Pour nos besoins, nous avons réduit l'analyse aux années 1980, 1985, 1990 et 1995. Pour chaque année, les publications canadiennes ont été analysées suivant qu'elles avaient été rédigées en collaboration intérieure ou internationale.

Chaque publication a été codée selon la discipline de la revue savante dans laquelle elle a paru, au moyen de la classification CHI. Nous avons mesuré la production scientifique dans 108 disciplines regroupées en huit ensembles disciplinaires : recherche biomédicale, médecine clinique, biologie, chimie, sciences de la de l'espace et de la terre, génie, physique et mathématiques.

Chaque adresse mentionnée dans une publication a été attribuée à l'un des cinq secteurs suivants : universités, entreprises, laboratoires gouvernementaux (provinciaux et fédéraux), hôpitaux et collèges. Les publications rédigées par au moins un universitaire et au moins un auteur de l'un des autres secteurs sont définies comme des publications intersectorielles.

Selon les techniques bibliométriques courantes, les publications sont comptées en fonction des adresses et non des auteurs (le SCI ne permet pas d'affecter une adresse particulière à un seul auteur). En guise d'illustration, voici le résultat pour une publication à laquelle ont contribué deux chercheurs universitaires du même établissement, un chercheur industriel et deux chercheurs gouvernementaux de deux établissements fédéraux : nous attribuons une publication à l'université, une à l'établissement industriel et une chacun aux deux établissements fédéraux.

Résultats

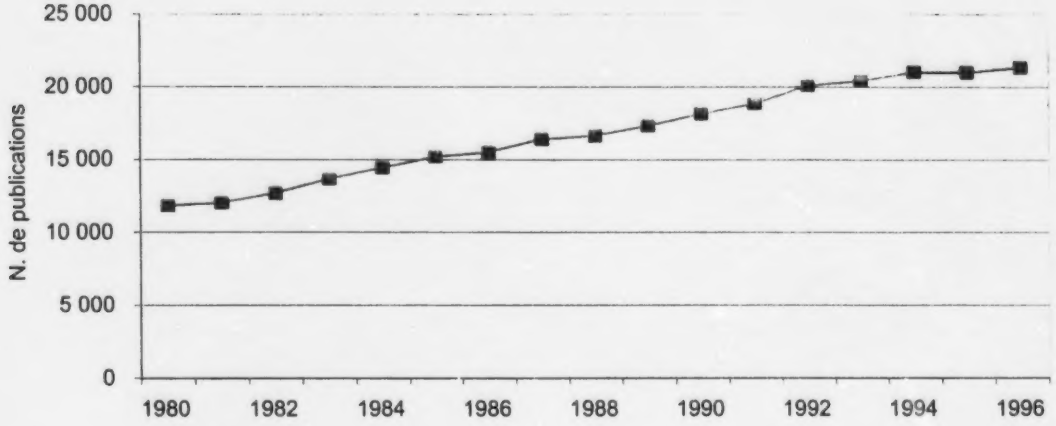
Production universitaire[1]

Les publications du secteur universitaire, c'est-à-dire celles qui comprennent au moins une

Tableau 1: Publication universitaires

Année	N	% de la production
1980	11 838	75,0 %
1985	15 218	76,7 %
1990	18 153	79,7 %
1995	21 008	81,9 %
1996	21 336	82,8 %

Figure 1: Production scientifiques des universités Canadiennes



adresse universitaire, représentaient 82,8 % des publications canadiennes en 1996 (Tableau 1). La proportion était de 75 % en 1980. Loin d'avoir diminué, la production n'a donc jamais cessé d'augmenter en termes absolus et relatifs, passant de 11 838 publications en 1980 à 21 336 en 1996 (Figure 1).

Les autres secteurs sont présents dans les proportions suivantes [2] : hôpitaux (12,9 %), laboratoires fédéraux (12,4 %), entreprises (3,4 %), et gouvernements provinciaux (2,5 %).

Au cours de la période à l'étude, le nombre de publications d'universitaires a augmenté de 80,2 %. Il y a tout de même eu des fluctuations au fil des années. Le taux de croissance a diminué de 21,9 % de 1980 à 1984, à 15,3 % de 1984 à 1988, est remonté à 20,6 % de 1988 à 1992 et a chuté de nouveau à 6,1 % de 1992 à 1996.

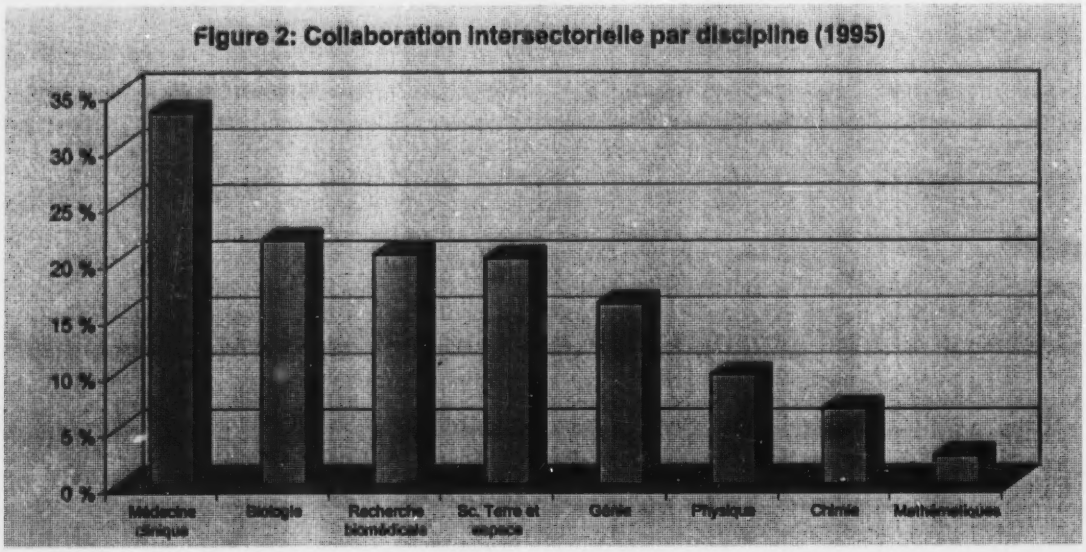
Pendant la même période, deux secteurs ont surpassé la croissance de la production universitaire : les gouvernements provinciaux, qui ont augmenté leur production scientifique de 131,2 % et le secteur des entreprises, en hausse de 106,6 %. Légèrement en retard sur les universités, les hôpitaux et les laboratoires fédéraux ont connu des augmentations de 75,1 % et de 30,3 % respectivement.

Collaboration intersectorielle

En 1995, 21 % des publications universitaires découlaient de collaborations avec d'autres secteurs (Tableau 2). En 1980, elle représentait 14,6 % [3] de la production scientifique. Au cours de la période à l'étude, la proportion de la production scientifique réalisée en collaboration intersectorielle a augmenté de 155,2 %, soit de 1 732 à 4 420

Tableau 2: Publications universitaires en collaboration avec d'autres secteurs

Année	N	%
1980	1 732	14,6 %
1985	2 598	17,1 %
1990	3 490	19,2 %
1995	4 420	21,0 %



publications. Mais comme dans le cas des publications universitaires, l'augmentation des publications en collaboration a fluctué et a même diminué en 15 ans. Elle est passée de 50 % de 1980 à 1985 à 34,3 % de 1986 à 1990 et à 26,6 % de 1991 à 1995.

La collaboration intersectorielle est répartie inégalement entre les disciplines (Figure 2). Les sciences de la terre et de l'espace connaissent la croissance la plus marquée (302,4 %) entre 1980 et 1995 et la physique (301,8 %), suivies de la recherche biomédicale (281,4 %), du génie (218,8 %), de la chimie (142,9 %), de la biologie (141 %), de la médecine clinique (103 %), et des mathématiques (75 %).

La médecine clinique est la plus active dans ce genre de production, réalisant 33,2 % de ses publications en partenariat en 1995. C'est évidemment à cause des liens solides qui existent entre les universités et les hôpitaux affiliés. Cette forte interaction explique aussi le fait que la médecine clinique comptait pour près de la moitié (46,4 %) de la collaboration intersectorielle en 1995. Elle est suivie par la biologie (21,8 %), la recherche biomédicale (20,5 %), les sciences de la terre et de l'espace (20,2 %), le génie (16,2 %), la physique (9,8 %), la chimie et (6,8 %) et les mathématiques (2,6 %). La médecine clinique et la recherche biomédicale ont tendance à s'allier principalement avec les hôpitaux; la biologie, les sciences de la terre et de l'espace, la physique et la chimie avec les laboratoires fédéraux et le génie avec le secteur des entreprises.

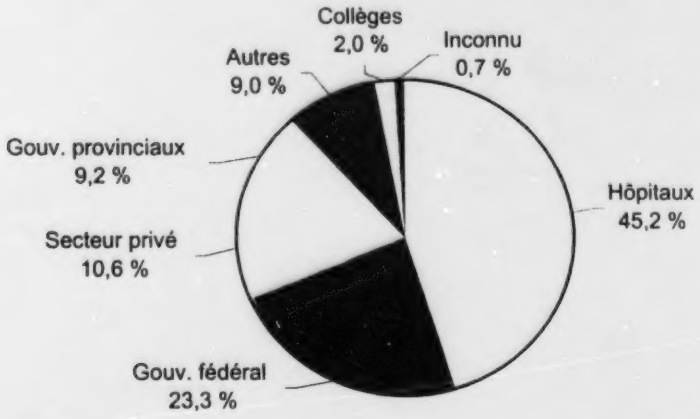
Rien d'étonnant donc à ce que le principal partenaire des chercheurs universitaires ait été en 1995 le secteur hospitalier (Figure 3). Ce dernier représente 45,2 % de la collaboration intersectorielle des universités. Les hôpitaux sont suivis des laboratoires fédéraux (23,3 %), des entreprises (10,6 %), des gouvernements provinciaux (9,2 %) et de divers autres partenaires (9 %).

Collaborations internationales

En 1995, 30,4 % des publications universitaires ont été rédigées avec des partenaires étrangers (Tableau 3). En 1980, le niveau de collaboration internationale était deux fois moins élevé, soit 16 %. Néanmoins, ce pourcentage est deux fois plus élevé que la moyenne mondiale. De fait, nous savons que les petits pays collaborent davantage que les plus grands (Gingras, Godin, et Foisy, 1999).

En comparaison avec la production intersectorielle, les

Figure 3: Collaboration universitaire par secteur (1995)



publications réalisées en collaboration internationale ont connu un taux de croissance plus élevé. De 1980 à 1995, les publications issues de la collaboration internationale ont augmenté de 237,2 %. C'est aussi le genre de publications qui a eu le taux de croissance le plus stable en 15 ans, passant de 57,2 % (1980-1985) à 53,7 % (1986-1990) et à 43,7 % (1991-1995).

Les pays privilégiés par les chercheurs canadiens ont toutefois changé au cours de la période. Les États-Unis représentaient 48,7 % des collaborations internationales en 1980 , contre 38 % en 1995. Cependant, les collaborateurs américains n'ont pas nécessairement été remplacés par des partenaires d'autres grands pays européens. La collaboration avec le Royaume-Uni a chuté de 11 à 7,4 % et la collaboration avec la France a stagné à 7,2 %. Seule la collaboration avec l'Allemagne croît, passant de 3,7 à 5,5 %. Ce sont plutôt les pays asiatiques, notamment le Japon (passé de 2,5 % à 4,8 %) et les petits pays comme les Pays-Bas qui prennent la place libérée par le déclin de la collaboration Canada-É.-U.

En résumé, la production universitaire a augmenté depuis 15 ans. La collaboration aussi a augmenté, surtout la collaboration internationale qui a pris plus de place que la collaboration intersectorielle.

Des chercheurs à haut rendement

Pour vérifier si la recherche en partenariat a eu une influence négative sur la production des chercheurs, nous avons établi deux échantillons. Le premier est composé des 37 chercheurs universitaires[4] qui publient le plus fréquemment avec des partenaires isssus d'autres secteurs. En 1995, ils ont produit 43 % de leurs publications en collaboration avec

Tableau 3: Publications universitaires avec collaborations internationale

Année	N	%
1980	1 895	16.0 %
1985	2 893	19.0 %
1990	4 447	24.5 %
1995	6 390	30.4 %

Tableau 4: Degré d'application de la recherche universitaire (1995)

Publications nationales*	**3.0**
with non-university partners	2.7
without non-university partners	3.1
Publications internationales**	**3.2**
Avec partenaires non universitaires	2.8
Sans partenaires non universitaires	3.3

*Publications à auteurs canadiens seulement

**Publications avec au moins un auteur étranger

des partenaires non universitaires, donc deux fois plus que la moyenne nationale. Leur part était de 25,9 en 1980. Le nombre moyen de publications par chercheur a été de 3,7 articles en 1980 comparativement à 7,1 en 1995. La collaboration internationale a aussi augmenté, passant de 13,6 % des publications en 1980 à 30 % en 1995, donc parallèlement à la tendance nationale.

Le deuxième échantillon est composé des 100 chercheurs canadiens les plus productifs. Fait intéressant, près de la moitié (49) collaborent avec le secteur privé. En 1995, ils avaient un partenaire du secteur des entreprises pour 4,7 % de leurs publications (comparativement à moins de 1 % en 1980). De plus, ce sous-groupe publie davantage que les chercheurs qui n'ont pas de collaborateurs. En 1995, il a produit 682 communications comparativement à 593 pour les autres. De 1980 à 1995, sa production a augmenté de 101,2 % tandis que le taux de croissance des chercheurs sans collaborateurs était de 81,3 %. Enfin, le taux de collaboration internationale est de 32,1 % chez ceux qui collaborent avec le privé comparativement à 37,6 % chez ceux qui ne le font pas.

Ces données font penser 1) que les scientifiques les plus productifs sont aussi ceux qui ont tendance à former des partenariats avec d'autres secteurs et 2) que cette tendance n'affecte que légèrement leur degré de collaboration internationale.

L'impact de la collaboration sur la recherche universitaire

Au nombre des critiques souvent adressées à la collaboration des chercheurs universitaires avec le privé et les laboratoires gouvernementaux, on allègue que ces partenariats entraîne plus de recherche appliquée et que leur impact scientifique est moins grand

Pour savoir ce qu'il en est, nous avons utilisé le système de classification destiné à déterminer la proportion de recherche appliquée citée dans les revues scientifiques bâti par CHI inc., qui produit des statistiques pour la National Science Foundation. Les spécialistes classent les revues scientifiques selon la proportion de leur contenu qui fait état de résultats de recherches appliquées ou fondamentales. L'échelle s'étend de 1 (très appliquée) à 4 (très fondamentale).

Le Tableau 4 montre clairement que la recherche menée en partenariat a un caractère plus appliqué que la recherche effectuée strictement entre chercheurs universitaires et la conclusion vaut pour toutes les disciplines. Il faut aussi noter qu'en moyenne les publications nationales et internationales diffèrent peu quant à leur degré d'application

Ceci ne devrait pas étonner mais ces données confirment l'hypothèse que les travaux universitaires faits en collaboration intersectorielle ont tendance à avoir un caractère plus appliqué.

Pour vérifier l'affirmation touchant l'impact des publications intersectorielles, nous avons utilisé le facteur d'impact des revues calculé par l'Institute for Scientific Information. Le facteur d'impact est défini comme le nombre moyen de citations reçues dans une année donnée (1995 ici) par les articles publiés par une revue particulière au cours des deux années précédentes. On assigne a chaque article le facteur d'impact de la revue dans laquelle il a paru. Le Tableau 5 montre que

Tableau 5: Facteur moyen d'impact de la recherche d'université (1995)

Publications nationales*	**2.2**
Avec partenaires non universitaires	2.3
Sans partenaires non universitaires	2.1
Publications internationales**	**2.8**
Avec partenaires non universitaires	3.6
Sans partenaires non universitaires	2.6

*Publications à auteurs canadiens seulement

**Publications avec au moins un auteur étranger

contrairement aux attentes, l'impact moyen de la recherche en partenariat intersectoriel n'est pas tellement différent de celui de la recherche universitaire. Autrement dit, les articles issus de la collaboration entre une université et d'autres secteurs ne sont pas publiés dans des revues moins recherchées ou moins en vue que s'ils étaient rédigés par des chercheurs universitaires seulement. En outre, la collaboration intersectorielle avec des partenaires étrangers a un impact beaucoup plus important (3,6) que toutes les formes de publications nationales (2,2) et que les articles rédigés avec des collègues universitaires étrangers (2,6).

Quant au facteur d'impact moyen de la collaboration université-entreprise, il est beaucoup plus faible que pour les articles strictement universitaires : 1,4 comparé à 2,4. Mais c'est surtout à cause du fait que plus du tiers des articles (en 1995) venaient du génie, une discipline dont le facteur d'impact est faible. En effet, si nous isolons le facteur d'impact des articles sur l'ingénierie rédigés en collaboration avec l'industrie, il est à peu près égal aux articles universitaires du domaine (0,6 comparé à 0,7 respectivement).

Conclusion

Les commentaires sur les effets de la collaboration sur la recherche universitaire sont le plus souvent inspirés par les tendances actuelles du financement de la R-D. De fait, ce financement s'est diversifié : la part relative du financement privé a augmenté progressivement aux dépens du financement public, qui a diminué de 40,9 % en 1986 à 34,5 % en 1995 dans les pays membres de l'OCDE. On observe aussi une augmentation du nombre de chercheurs universitaires qui participent à la collaboration intersectorielle. On estime que les deux tiers des chercheurs les plus actifs s'y livrent actuellement (Godin, 1998).

Pourtant, jusqu'ici, ce phénomène ne semble pas avoir eu d'effets nocifs marqués sur la production scientifique (nombre d'articles) et l'impact des chercheurs canadiens. Par exemple, la production scientifique des universités a augmenté de 77,5 % entre 1980 et 1995[5]. Au coeur de l'activité, la collaboration avec des partenaires a augmenté de 155,2 %, ce qui représente 21 % des publications actuelles tandis que la collaboration avec des pays étrangers a fait un bond de 237,2 %, soit 30,4 % des publications actuelles.

Toutes ces données laissent penser qu'on peut faire de la recherche universitaire de qualité en collaboration avec des partenaires issus du secteur privé, des hôpitaux ou des laboratoires gouvernementaux. De façon plus générale, de récents travaux ont montré qu'il n'existe pas de clivage entre les scientifiques qui font de la recherche strictement appliquée ou en partenariat (ou réorientent leurs activités de recherche dans ce sens) et ceux qui ne font que de la recherche fondamentale. Comme on pouvait s'y attendre, ce sont généralement les mêmes chercheurs qui s'engagent dans les deux types de recherches. En deuxième lieu, les scientifiques prennent part à la recherche en partenariat à cause des avantages qu'ils peuvent en retirer, par exemple l'accès à de nouveaux domaines et instruments de recherche, à des données non publiées ou à des sources supplémentaires de financement

des changements.

Références

Bataini, S.-H., Y. Martineau et M. Trépanier (1997), Le secteur biopharmaceutique québécois et les investissements directs étrangers : dynamique et impacts des activités de R-D , étude réalisée pour le Conseil de la science et de la technologie du Québec, 1997.

Blumenthal, D., et al. (1996), Participation of Life-Science Faculty in Research Relationships With Industry, The New England Journal of Medicine, 335 (23) : 1734-1739.

Gibbons, M., et al. (1994), The New Production of Knowledge, London : Sage.

Gingras, Y., B. Godin, et M. Foisy (1999), Un nouveau monde de connaissance, sous la direction de J.-P. Lemasson et al. , Les universités canadiennes et la mondialisation, Ottawa : AUCC et CRDI. (à paraître).

Godin, B. (1998), Writing Performative History : The New Atlantis, Social Studies of Science, 28 (3) : 465-483.

Godin, B., et Y. Gingras (1999), The Place of Universities in the System of Knowledge Production, Research Policy, forthcoming.

Godin, B., Y. Gingras, et L. Davignon (1998), Les flux de connaissances au Canada tels que mesurés par la bibliométrie, Ottawa : Statistique Canada.

Meyer-Kramer, F., et U. Schmoch (1998), Science-Based Technologies : University-Industry Interactions in Four Fields, Research Policy, 27 : 835-851.

Notes de fin d'article

1. Les données sont de 1996 (dernière année complète) plutôt que celles de 1995 comme dans les autres sections afin de donner une image plus à jour de la production scientifique.

2. Les données ne sont pas incompatibles, la même publication pouvant se rapporter à plus d'un secteur.

3. Si nous incluons le secteur hospitalier dans le secteur universitaire (étant donné que la majorité des hôpitaux sont des hôpitaux universitaires), les chiffres varient peu. La production en collaboration est passée de 11,8 % en 1980 à 18,1 % en 1995 plutôt que de 14,6 % à 21 %.

4. L'échantillon initial comprenait 50 chercheurs. Vérification faite, 13 d'entre eux n'étaient pas des chercheurs universitaires.

5. Au cours de la même période, les publications dans le monde entier ont augmenté de 44,2 %. Les fluctuations et les baisses correspondent à celles qu'on a observées au Canada : 13,7 % (1980-1984), 5,6 % (1984-1988), 10,8 % (1988-1992), 8,2 % (1992-1995).